

AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모형 개발

뛰는 감자

김동하
박수민
박연수
윤영훈
최덕권

2023. 06. 01

- 1. 서론
- 2. 연구내용
- 3. 연구결과
- 4. 결론 및 기대효과

1. 서론

1-1 연구의 필요성 및 목적

1-2 스마트 그리드 현황

사용 데이터

[AMI(Advanced Metering Infrastructure) 상가 수용가의 각
상가 업종 정보를 포함한 시간대별 전력사용데이터]

1. 연구의 필요성

- 에너지 효율화를 위하여 여러 분야에서 빅데이터를 활용한 연구가 활발하게 진행되고 있다.
- 기존의 전력망에 ICT(Information Communication Technology)를 접목하고 사용자와 소비자가 실시간으로 양방향 소통을 통해 전력 생산 등의 정보를 공유하는 스마트 그리드를 통하여 연구를 진행하고 구현하고 있다.
- 이러한 시스템이 구현되고 스마트 미터가 설치되면서 발생하는 데이터를 활용하여 가치를 창출해야 한다는 시각이 제시되었다.

칼럼명			
TOC번호	수용가번호	법정동분류코드	측정일
측정시각	요일명	공휴일여부	SG전력사용량값
업종명	업종상세명	업무시작시간	업무종료시간
상주근무자수	온도값	습도값	강우량값

2. 연구의 목적

- AMI(Advanced Metering Infrastructure, 지능형 전력계량 인프라)는 스마트 미터와 제반 시설들을 포함하는 개념이며 스마트 그리드 구현을 위하여 필수.
- 사용자는 AMI를 통하여 실시간으로 전력 사용량을 확인하고 전력 생산자와 양방향 통신
- DR(Demand Response, 소비자 반응) 시스템을 개발하여 전력 소비 최적화를 위한 EMS(Energy Management System)를 활용하여 에너지 사용을 최적화를 통한 에너지 효율을 극대화
- 본 연구에서는 AMI 데이터와 기상데이터를 통해 실시간 전력량을 예측하는 기계학습 모형을 개발하여 에너지 효율화를 통해 에너지 최적화를 할 수 있는 방안을 제시할 것이다.

스마트 그리드



출처: 두산백과

1. 스마트 그리드란?

- '스마트그리드를 기존 전력망에 정보통신기술(ICT)을 더해 전력 생산과 소비 정보를 양방향, 실시간으로 주고받음으로써 에너지 효율을 높이는 차세대 전력망'
- 기존의 단방향 전력망에 정보기술을 접목하여 전력 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 정보를 교환함으로써 에너지 효율을 최적화하는 '지능형 전력망'

• [네이버 지식백과] 스마트그리드 [SmartGrid] (두산백과두피디아, 두산백과)



1. 스마트 그리드란?

기존 전력망은 화력, 원자력 등 중앙집중형 발전으로 전력을 생산하여 소비자에게 단순 전달하는 방식으로 장비고장과 정전사고에 취약한 구조
특히, 공급자중심의 폐쇄적인 운영으로 급증하는 피크타임 수요에 탄력적으로 대응이 어려워 대규모 예비 전력시설이 필요하는 등 비효율적
ICT 기술이 접목되는 스마트그리드를 통해 공급자와 소비자가 양방향으로 실시간 전력정보를 교환함으로써 전력공급 및 수요 시스템 혁신.

I-SEOUL-U

서울특별시 산업통상자원부

생활패턴에 맞춰 골라 쓰는 스마트폰 요금처럼 골라 쓰는 친환경 전기요금제



시간별 전기요금제는
최소 2,000원 할인!



친환경 전기요금제는 어떤 것이 있나요?

누진 요금제, 시간별 요금제, 녹색프리미엄 요금제가 있습니다.

시간별 요금제는 전기요금이 비싼 전력피크 시간을 피해
전기를 사용하는 요금제이며

녹색프리미엄 요금제는 100% 재생에너지만 사용하는
요금제입니다.

친환경 전기요금제 3종		
종류	특징	선택 기준
누진 요금제	사용량이 많을수록 kW당 단가가 높아지는 요금제	▶ 전력피크 시간대 전력사용량이 많은 가구
시간별 요금제	시간대별로 전기요금 단가 다름 매달 전기요금 변동	▶ 전력피크 시간대 전력 사용량이 적은 가구 ▶ 전기사용 시간 조절이 가능한 가구
녹색프리미엄 요금제	태양광 전기 단가에 의해 조정 ※ 추후 시행	▶ 태양광 100% 사용 요금제 ▶ 가격보다 환경을 먼저 생각하는 '에코슈머' 가구

※ 친환경 전기요금제는 스마트그리드 실증대상 가구만 가입 가능합니다.
- 실증대상: 개별 안내

2. 시간별 요금제

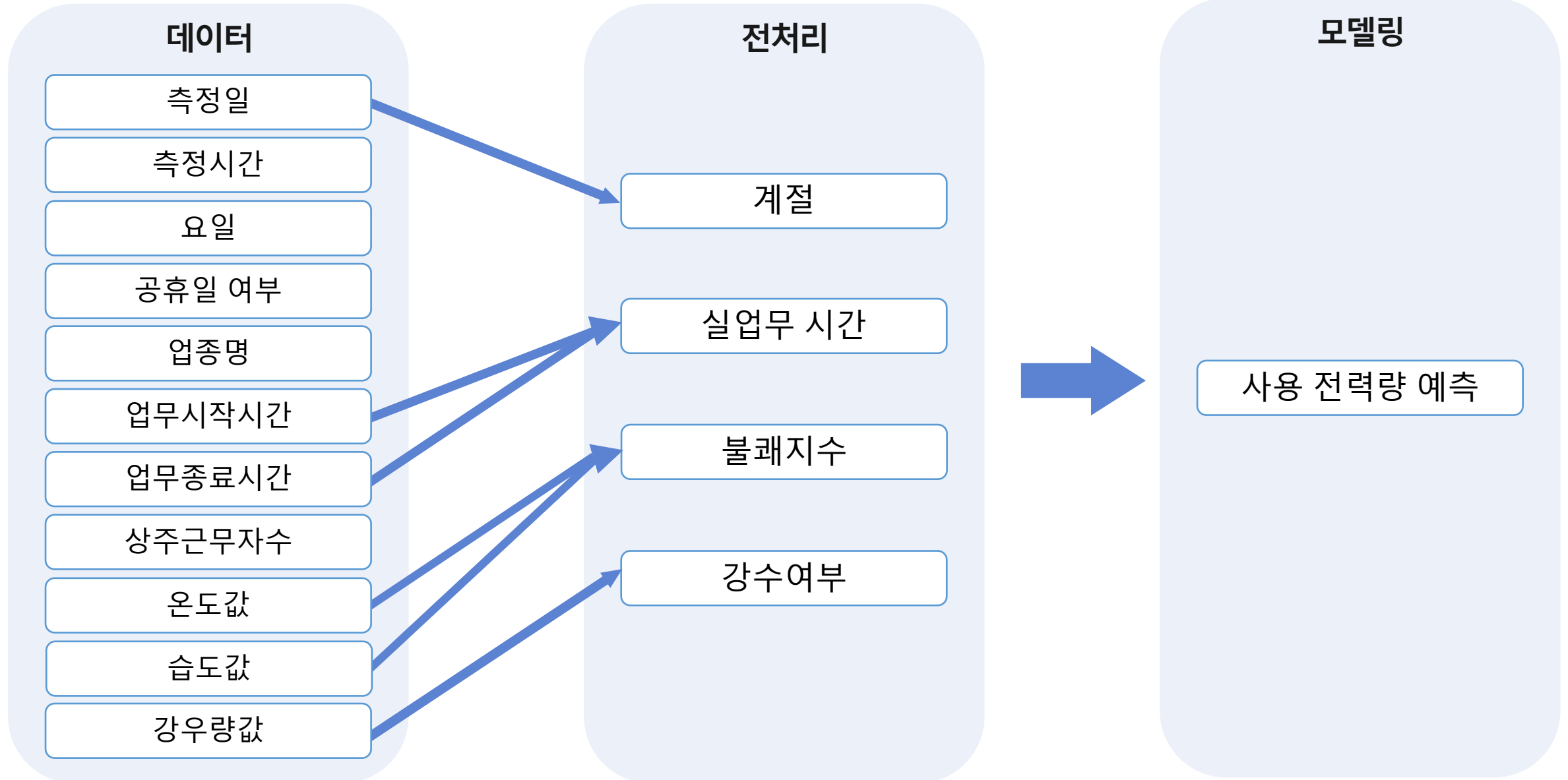
- 시간대별로 전기요금 단가가 다르고, 매달 전기요금 변동
- 전력피크 시간을 피해 전기를 사용하면 요금이 저렴해지는 '시간별 요금제'가 시범 도입 (사업기간: 2019. 10. ~ 2023. 9. 4년간)
- 같은 전력을 사용해도 시간대별 단가가 다르게 책정되기 때문에 전기요금을 절약 가능
- 전력소비를 분산해 발전소 가동도 줄일 수 있어 온실가스 감축 효과.

출처: [내손안에서울] 피크시간피하면 전기요금절감! '시간별요금제' 시범도입

2. 연구내용

2-1 데이터 수집 및 전처리

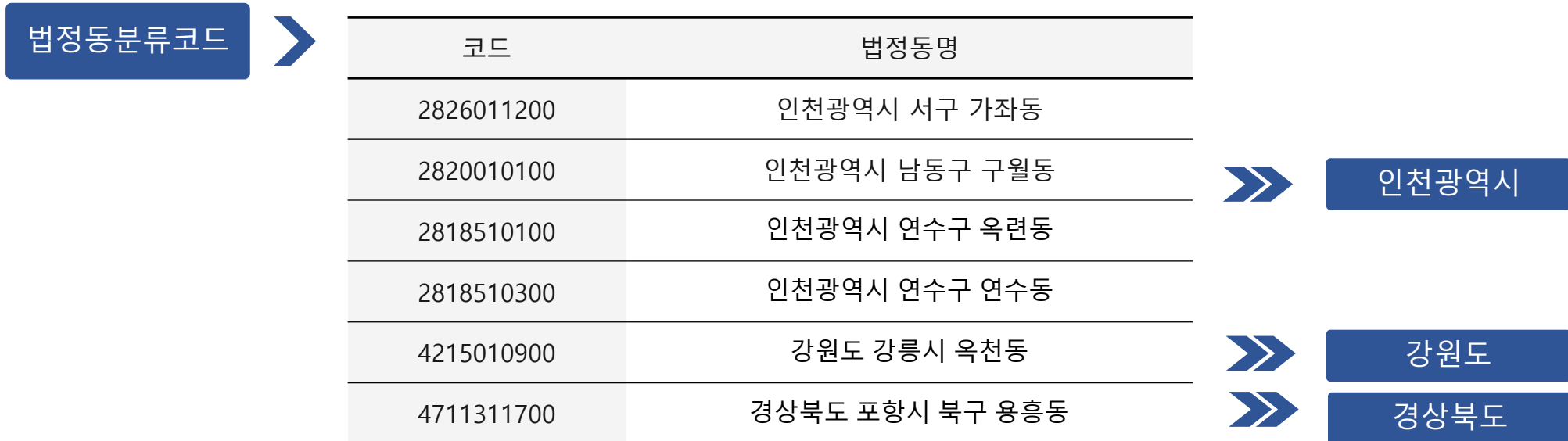
2-2 데이터 분석



2.-1. 데이터 수집 및 전처리

AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모형 개발

	TOC	수용가번호	법정동분류 코드	측정일	측정 시각	요일 명	공휴일 여부	SG전 력사용 량값	업종 명	업종 상세 명	업무 시작 시간	업무 종료 시간	상 주 근 무 자 수	온 도 값	습 도 값	강우 량 값	season	실제 근무 시간	강 수 여 부
0	A000000001	GW1200101000100	4215010900	20210101	0	Friday	Y	1.142	교육서비스업	독서실	0	2300	2	-5.1	38.0	-999.0	winter	2300	0
1	A000000001	GW1200101000101	4215010900	20210101	0	Friday	Y	1.256	교육서비스업	독서실	0	2300	2	-5.1	38.0	-999.0	winter	2300	0
2	A000000001	GW1200101000201	4215010900	20210101	0	Friday	Y	2.125	교육서비스업	독서실	0	2300	2	-5.1	38.0	-999.0	winter	2300	0
3	A000000001	GW1200101000301	4215010900	20210101	0	Friday	Y	0.766	교육서비스업	독서실	0	2300	2	-5.1	38.0	-999.0	winter	2300	0

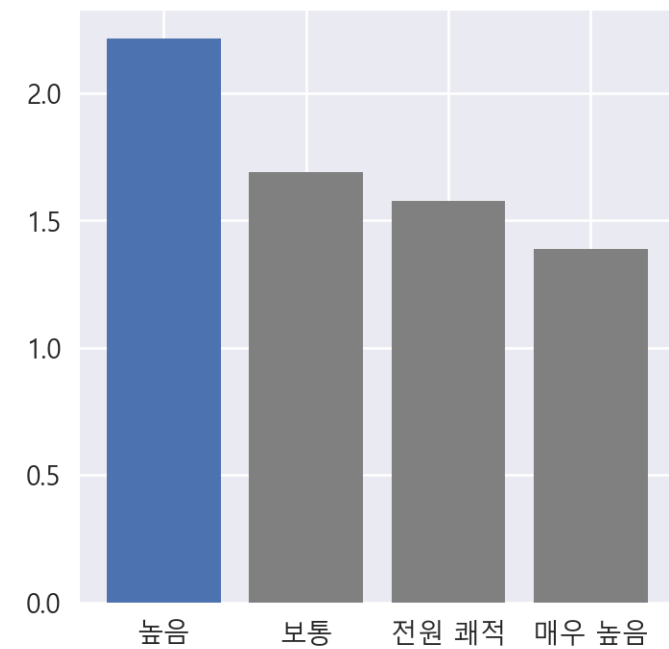


불쾌지수



구간	불쾌지수
매우높음	80 이상
높음	75 - 80
보통	68 - 75
낮음	68 미만

불쾌지수에 따른 평균 전력 사용량

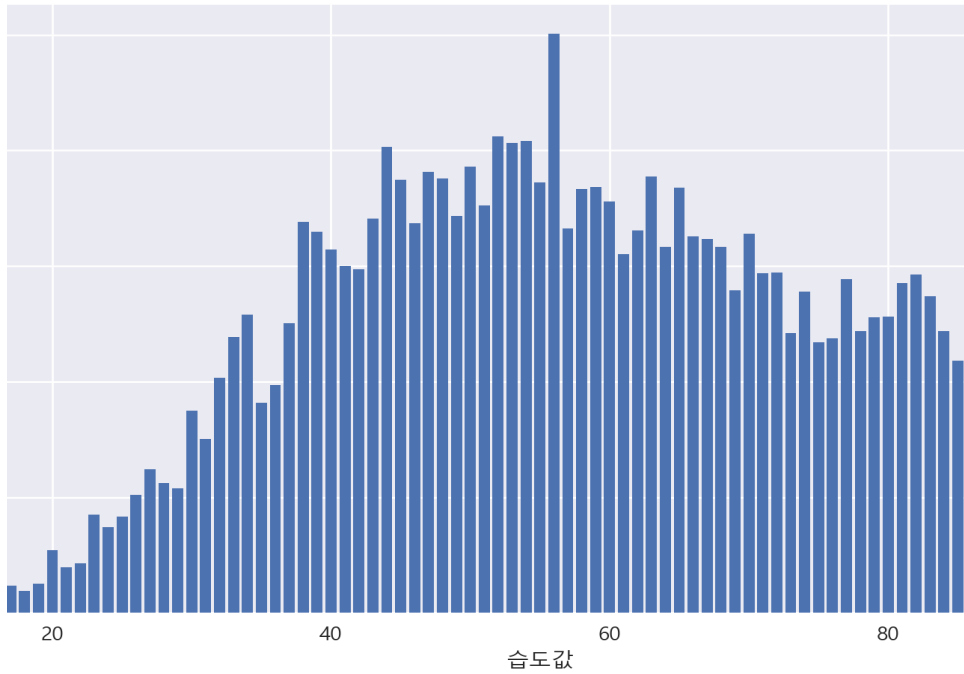


$$DI(DiscomfortIndex) = 1.8 * 기온 - 0.55(1 - 습도)(1.8 * 기온 - 26) + 32$$

2-2. 데이터 분석

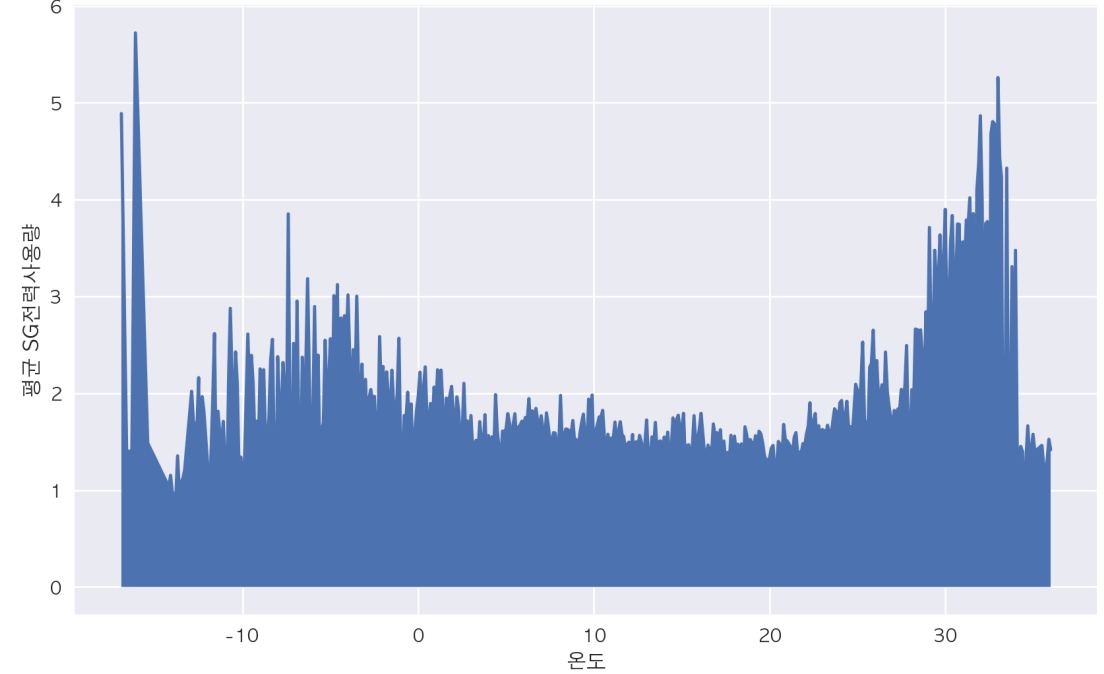
AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모델 개발

습도값 별 합계 SG전력사용량값



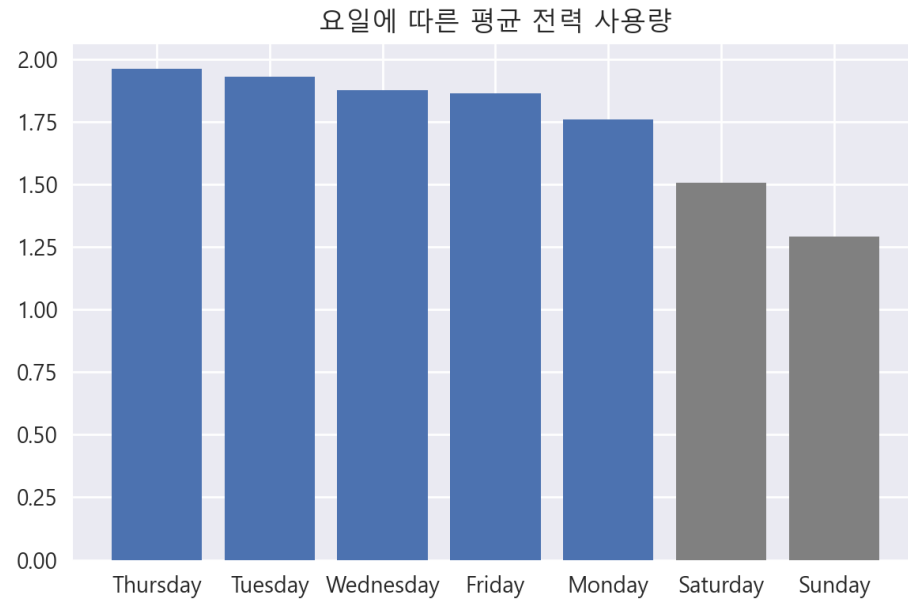
습도에 따른
전력 소비량

온도에 따른 평균 SG전력사용량

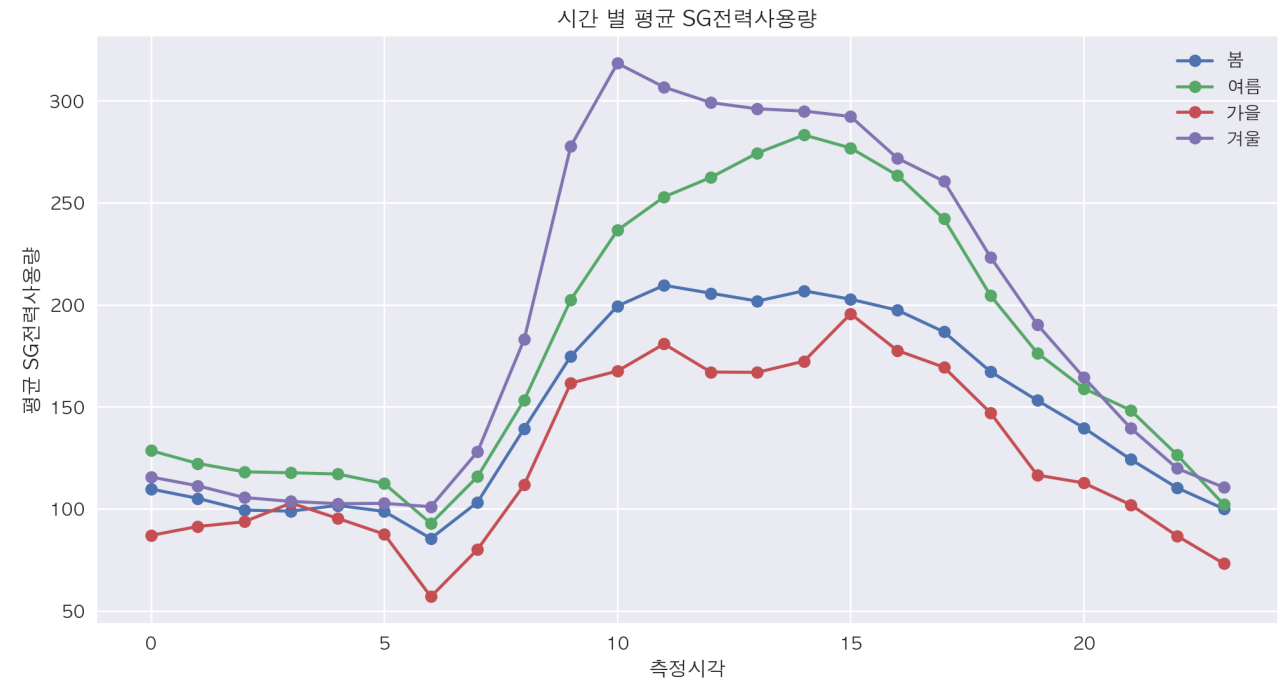


온도에 따른
전력 소비량

2-2. 데이터 분석

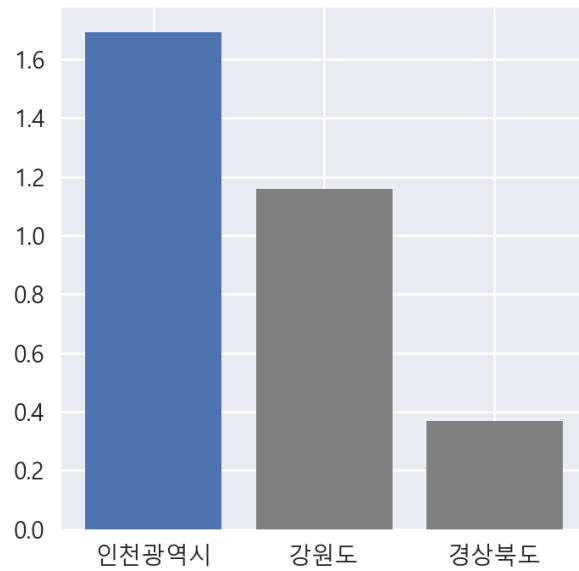


요일에 따른
전력 소비량



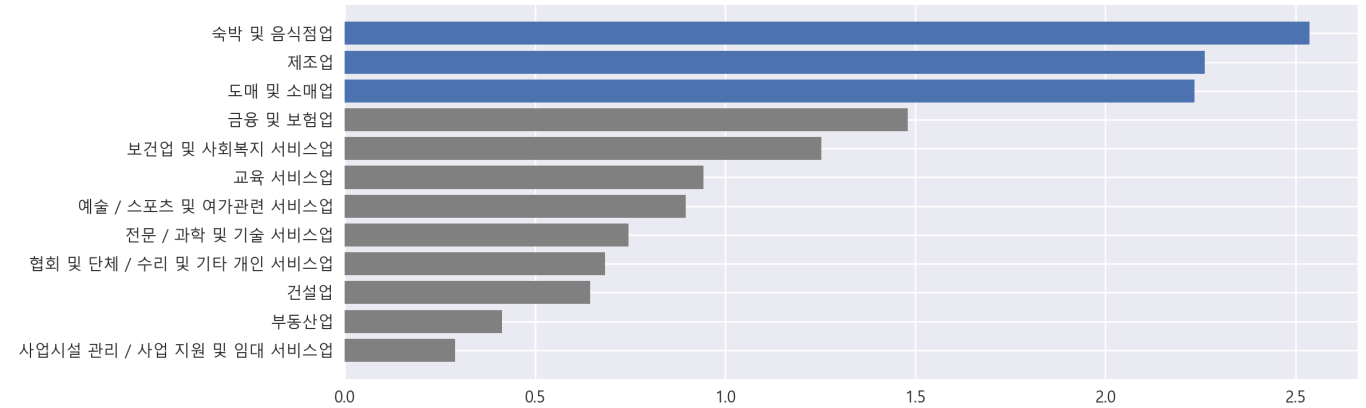
계절별 시간대별
전력 사용량

법정동 분류코드에 따른 평균 전력 사용량



지역구에 따른
전력 소비량

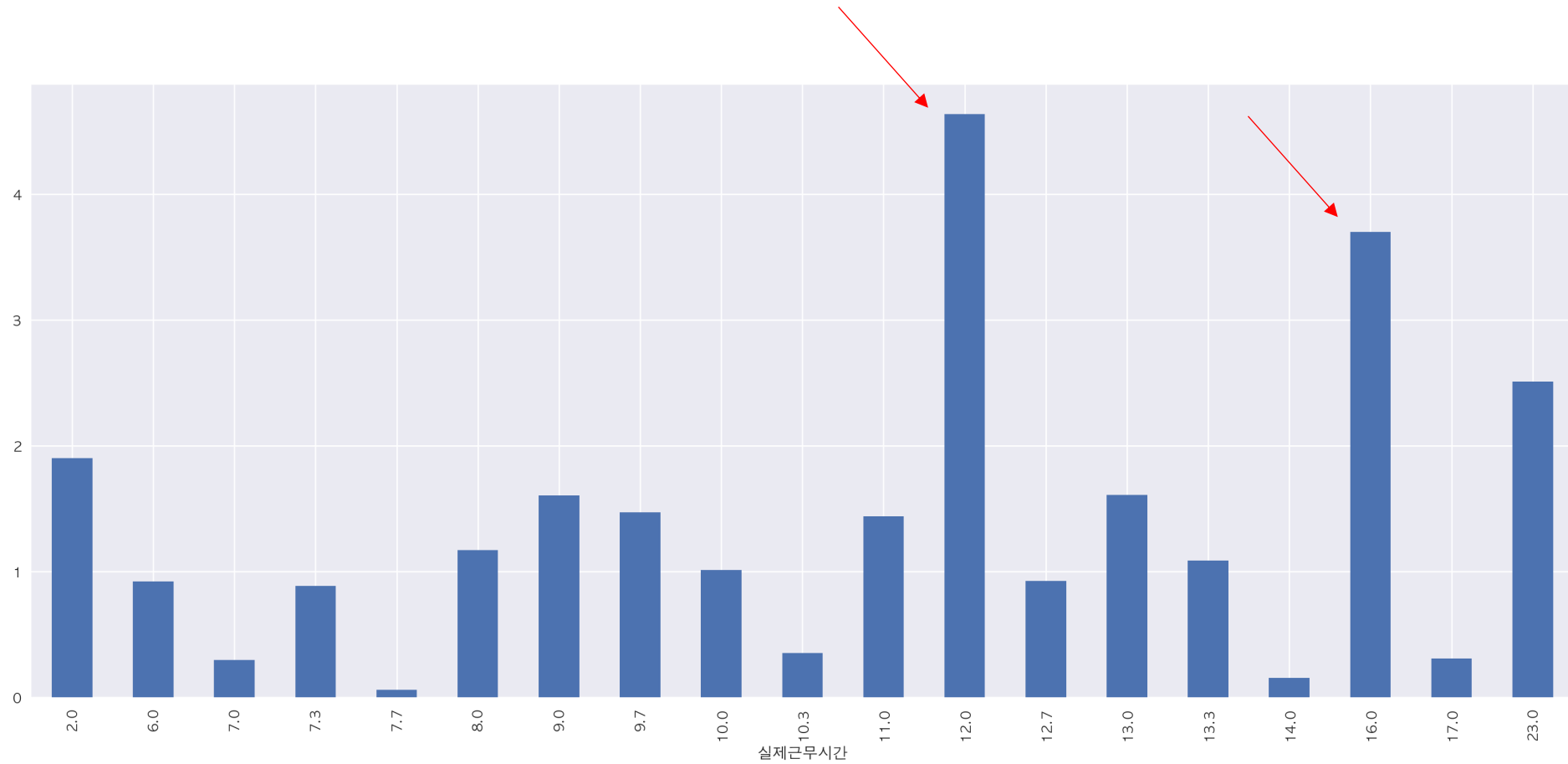
업종에 따른 평균 전력 사용량



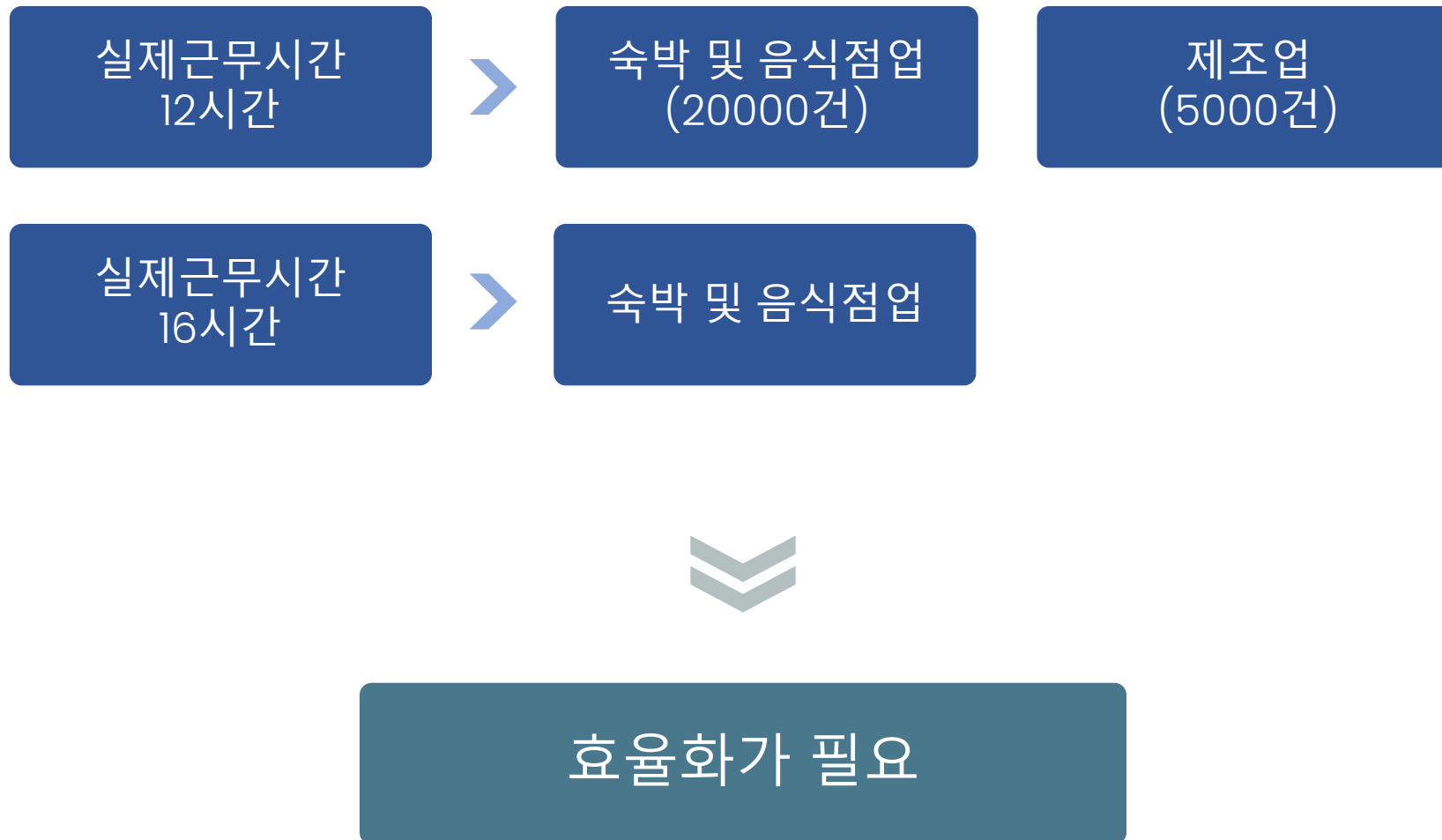
업종별
전력 사용량

2-2. 데이터 분석

AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모델 개발



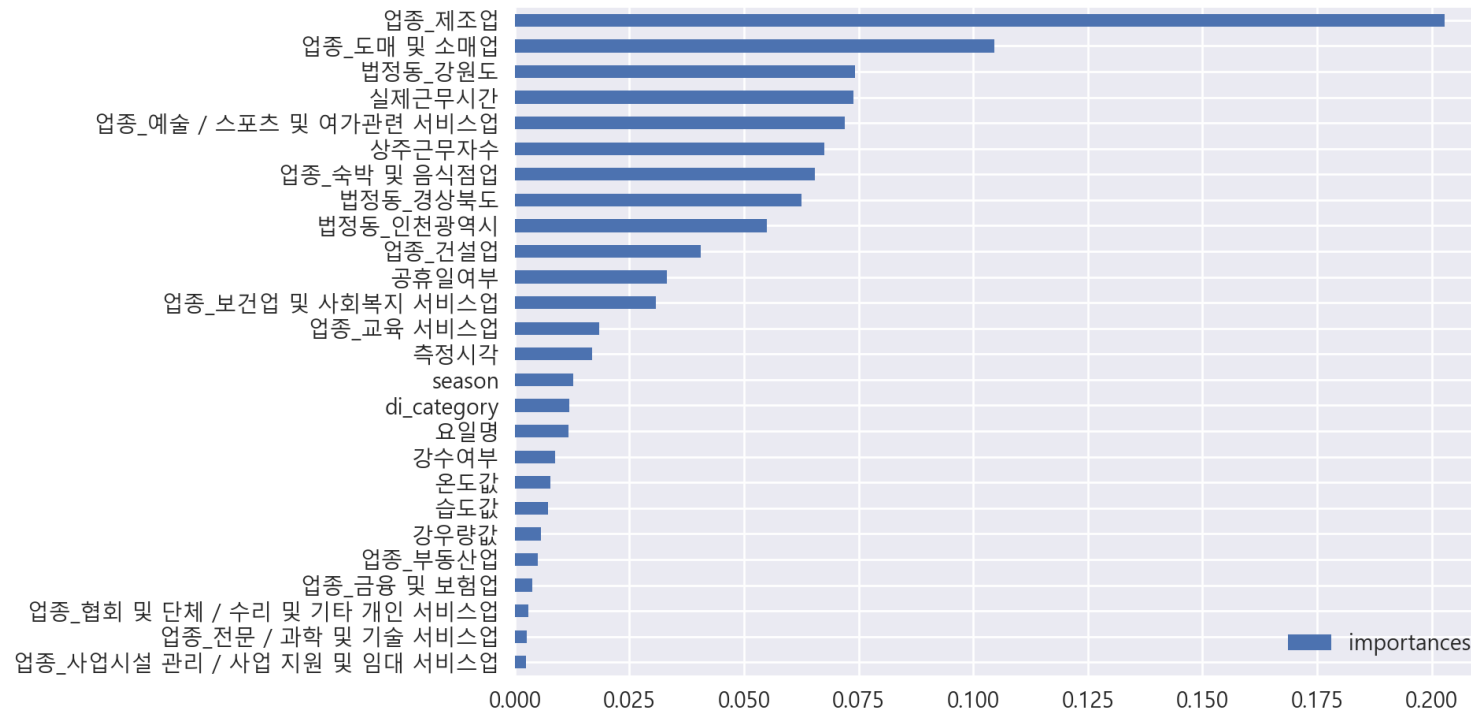
실제근무에 따른
평균 전력 소비량



3. 연구결과

· 실험결과

모 델	RF	XGBoost	LGBM
R2	0.6392	0.7001	0.6952
MSE	3.9619	3.2934	3.3473
MAE	0.9016	0.8949	0.9022

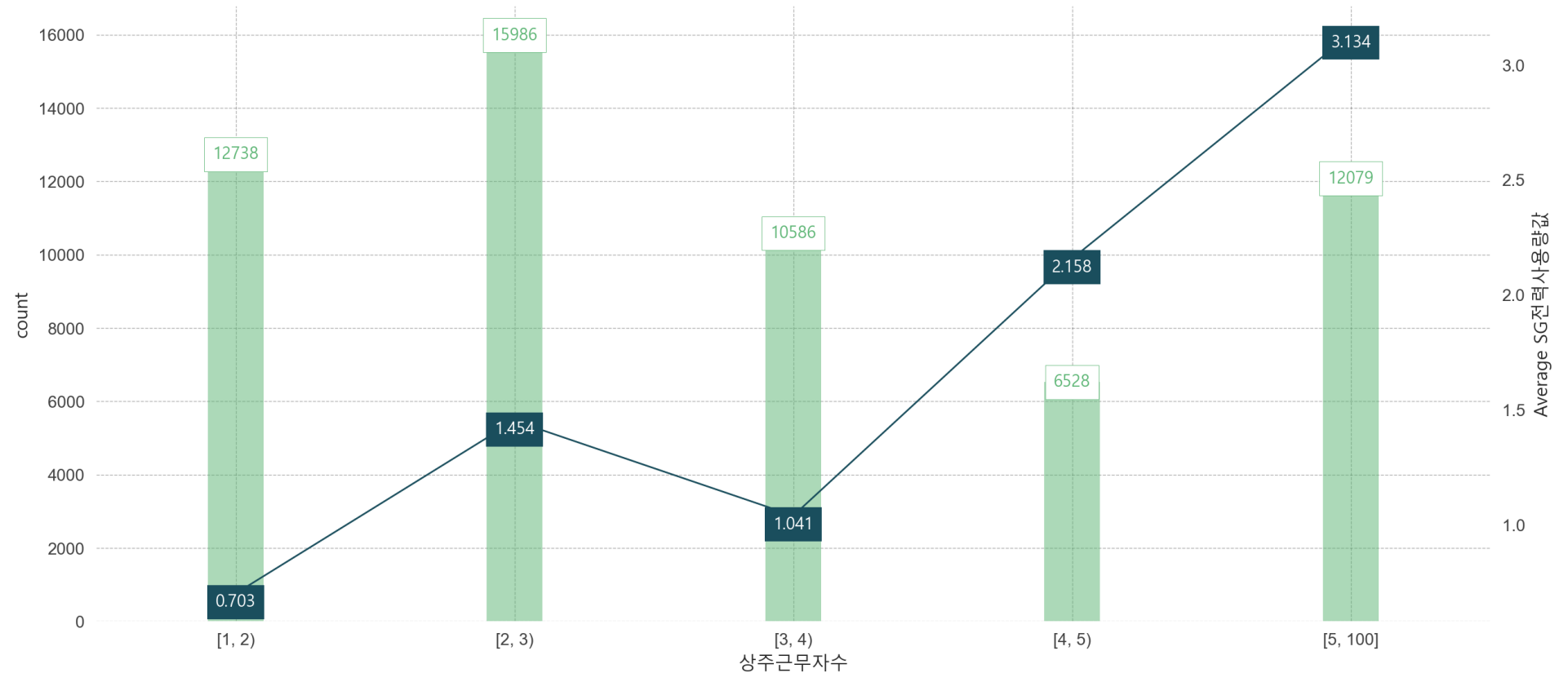
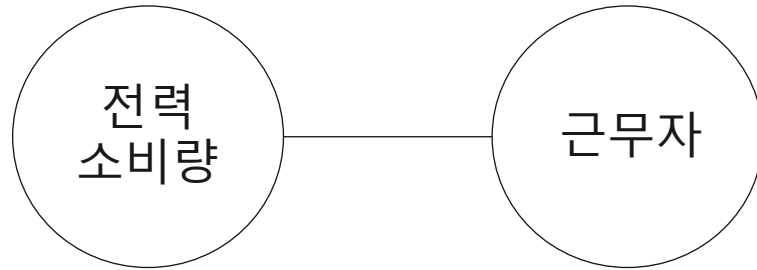


■ 변수 중요도

- 업종이 가장 큰 변수 중요도를 나타냄
- 업종에 따라 에너지를 효율화 한다면 더욱 효율적인 효율화가 가능할 것으로 판단됨

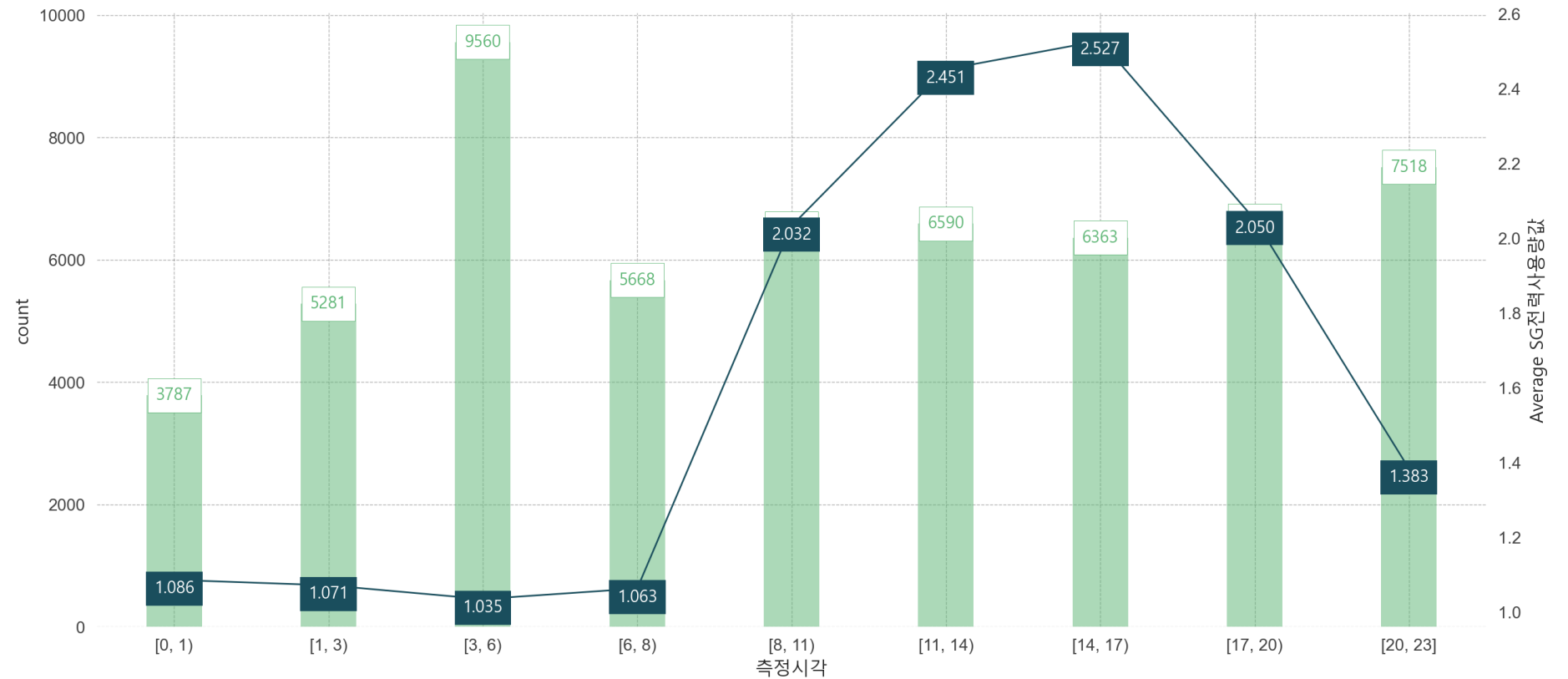
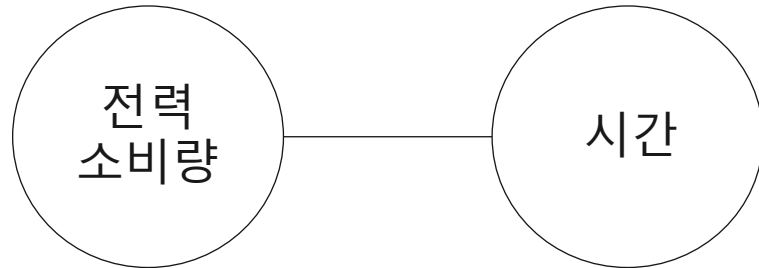
3. 연구결과

AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모델 개발



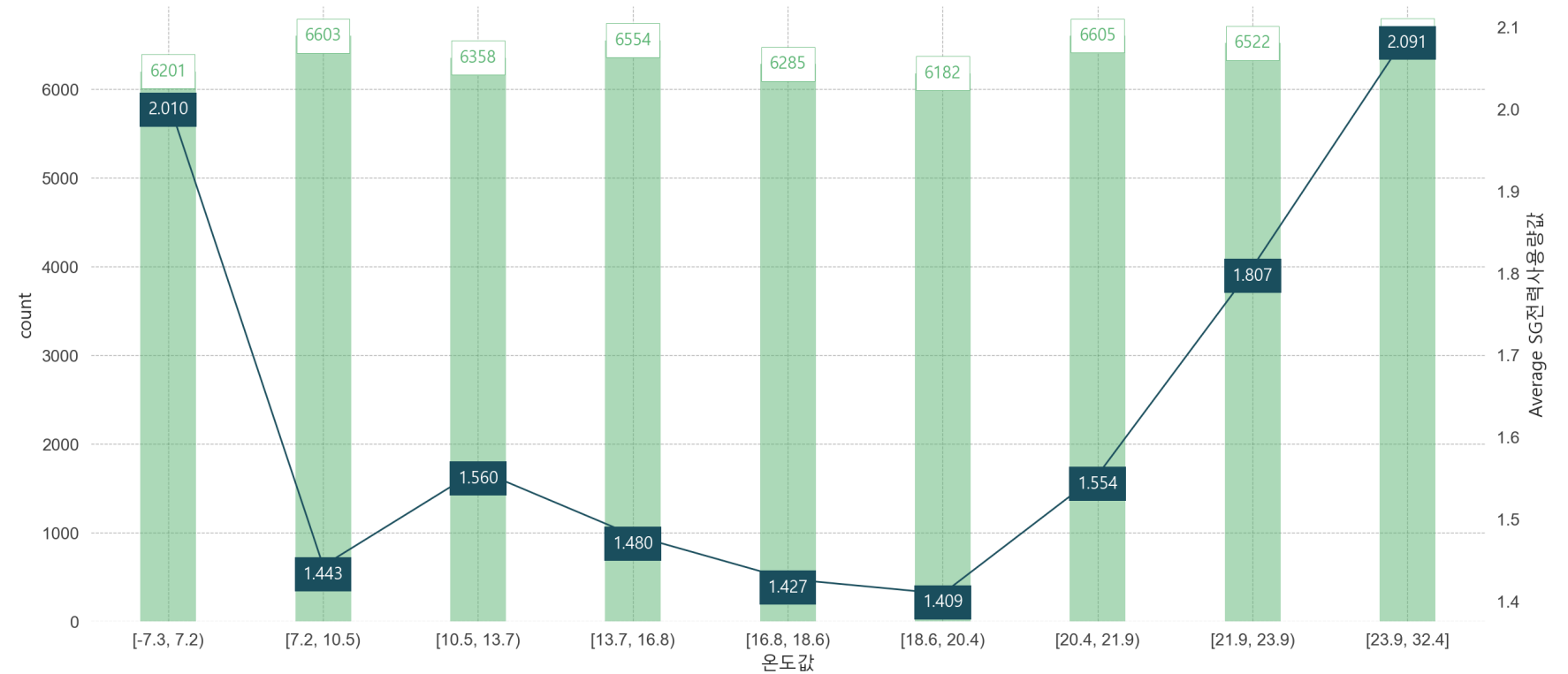
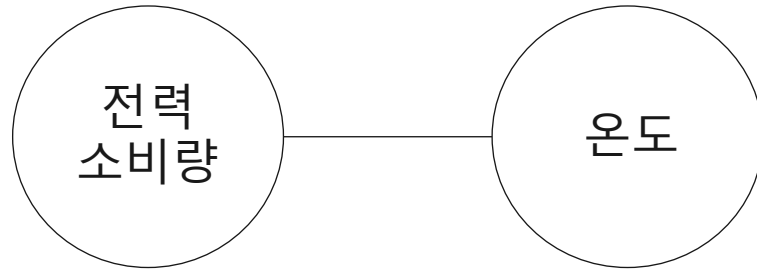
3. 연구결과

AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모델 개발



3. 연구결과

AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모델 개발



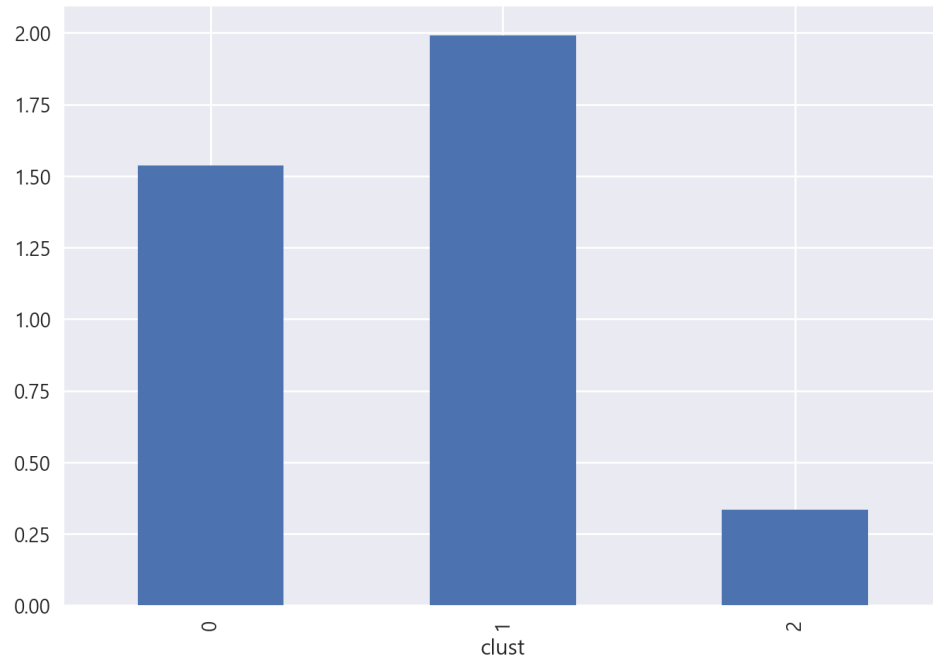
	군집1	군집2	군집3
R2	0.6484	0.7540	0.7006
MSE	3.9891	0.0079	2.8926
MAPE	3.6757	5.1115	5.5419
MAE	1.1131	0.0658	0.7896

■ 군집

- Kmeans 알고리즘 사용
- Elbow method 결과로 총 3개의 군집
- 각 군집별 모델링
- 기존 모델 보다 오차 감소

3. 연구결과

AMI 데이터를 활용한 에너지 효율 최적화 기계학습 모델 개발



군집별 전력 평균 전력사용량



차원축소 사용

4. 결론 및 기대효과

결론

에너지 효율화를 위하여 기계학습을 통한 실시간 전력 사용량을 예측하는 모형을 개발
중복 데이터 제거 및 결측치 데이터를 제외하였기에 모델의 정확도를 높이는 추가적인 연구가 필요
트리 기반의 모델을 통한 특성 중요도에서 업종이 전력 사용에 가장 큰 영향을 미치는 것을 확인
따라서 전력사용량이 많은 업종일수록 AMI를 활용하여 전력량을 최적화 한다면
기업 경영 및 에너지 효율화에 더 큰 기여를 할 수 있을 것이다.
향후 데이터 생성 및 저장 과정에서 중복데이터 및 결측치 제거 연구를 고려한 국가 전력 시스템을 구축한다면,
더 정확한 예측과 함께 국가 전체의 효율적인 에너지 사용이 가능할 것이다.

기대효과



실시간 소비 전력량, 전력 소비량 예측치와 그에 따른 예상 실시간 전기 요금을 확인



더 효율적인 전력 사용 및 계획 수립



지금의 직접 조절하는 Self DR에서 기계학습을 통한 예측값과 함께 자동으로 전력 사용을 조절하는 로직을 구현하여 융합적인 Auto DR 서비스를 개발한다면, 효율적인 EMS를 통해 에너지 최적화에 기여



공급자는 전력피크를 감축하게 됨으로써 고품질 전력 생산, 안정적 전력 공급, 전력설비 관련 비용 감축의 효과

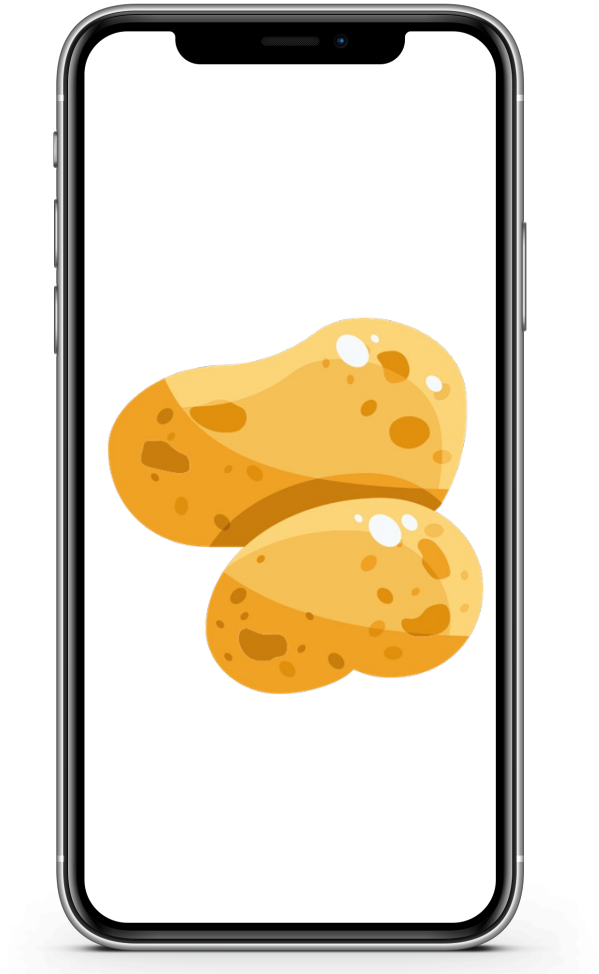
개인발표



김동하

역할

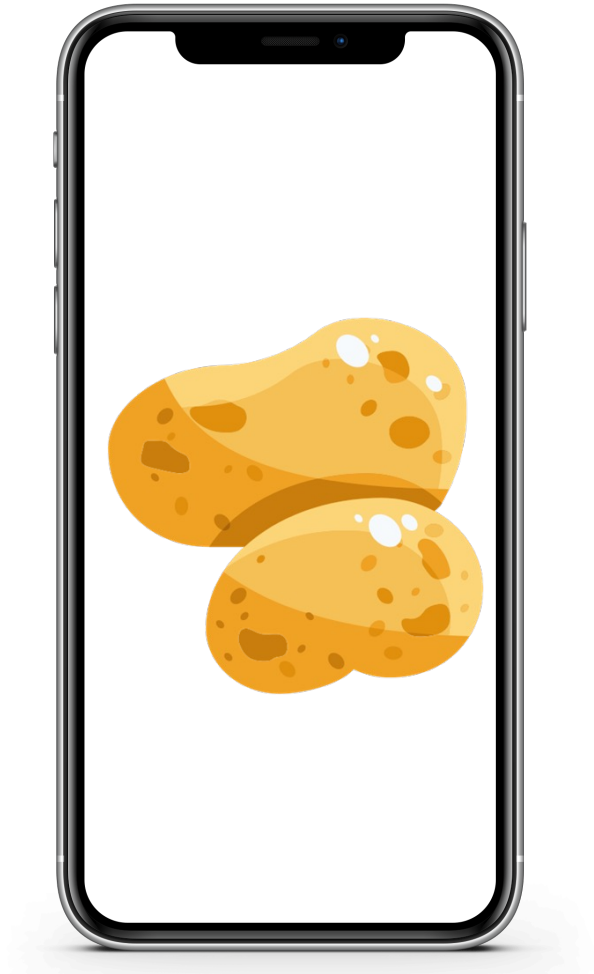
- 전체 프로젝트 관리
- 데이터 모델링
- 데이터 시각화 및 전처리



박수민

역할

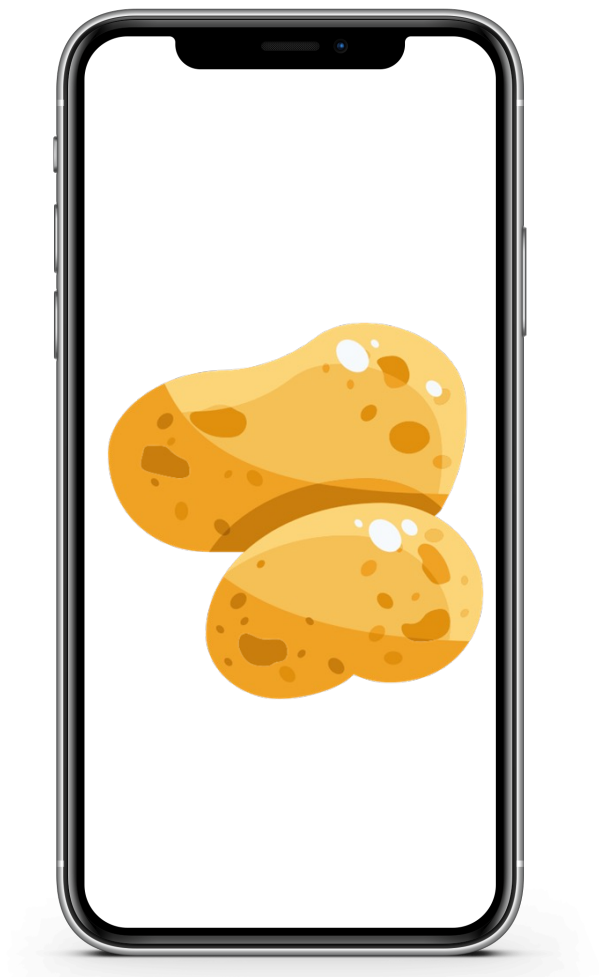
- 데이터 전처리
- 시각화
- ppt 제작



박연수

역할

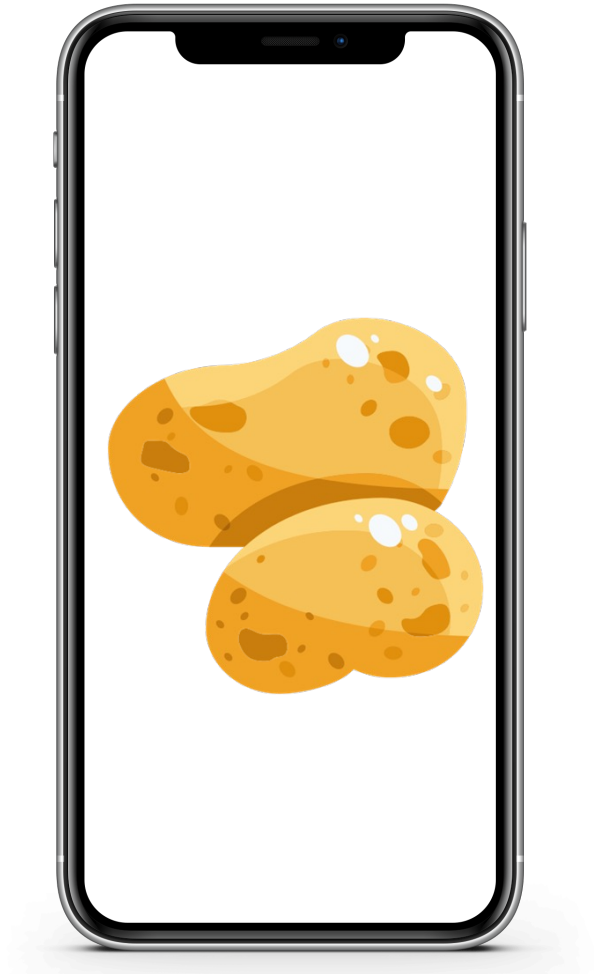
- 데이터, 논문 찾기
- 데이터 전처리
- EDA 분석
- 논문 작성



윤영훈

역할

- 배경 정보 수집
 - 스마트 그리드 관련 정보조사
- EDA 및 시각화 분석
 - EDA 및 시각화 파이썬 코드 구현



최덕권

역할

- 자료 수집
- EDA 시각화
- 모델링

감사합니다.